



9

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 28 339 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 199 28 339.7  
㉔ Anmeldetag: 30. 6. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 4. 1. 2001

㉙ Int. Cl.7:  
**C 04 B 40/00**  
C 04 B 28/26  
C 04 B 26/16  
E 04 G 23/06  
E 02 D 37/00  
E 01 B 29/04

DE 199 28 339 A 1

㉙ Anmelder:  
Hilterhaus, Karl-Heinz, 49324 Melle, DE

㉚ Erfinder:  
Erfinder wird später genannt werden

BEST AVAILABLE COPY

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉞ Verfahren und Produkt zum hydraulischen Heben, Ausrichten und Festlegen von Flächenkonstruktionen und dgl.

DE 199 28 339 A 1

## Beschreibung

## Stand der Technik

Es zählt zum Stande der Technik daß beispielsweise in einem ersten Schritt displazierte Fahr- und/oder Rollbahnflächen, sowie Rampen und sonstige Fundamentflächen-Konstruktionen unter Zuhilfenahme von mit Gas oder Flüssigkeit gefüllten flexiblen Kissen oder Pressen gehoben und oder ausgerichtet werden. In einem notwendigen zweiten Schritt wird zur permanenten Fixierung anschließend die so gehobene Flächenkonstruktion gegen den Untergrund verkeilt oder der durch das Heben der Flächenkonstruktion entstandene Hohlraum mit einem geeigneten Material verfüllt, das dann ein Wider- oder Auflager für die Flächenkonstruktion darstellt. Als geeignete Füllmassen verwendet man feste und oder aushärtende Stoffe. Dazu zählen, wie hier nur beispielsweise aufgeführt wird: Sand, Asche, Kies, Asphalt, Zement, feste oder flüssige Kunststoffe. Diese Methode stellt ein zweistufiges Verfahren dar, da die Flächenkonstruktion in einem ersten Verfahrensschritt mit einer geeigneten Vorrichtung gehoben und ausgerichtet werden muß, dann im folgenden zweiten Verfahrensschritt mit einer anderen Vorrichtung und oder Methode festgelegt wird.

Neuerdings werden nicht aufschäumbare Zementsuspensionen oder aufschäumbare Kunststoffe auf der Basis von Polyurethammassen für den erwähnten Zweck eingesetzt, und zwar so, daß über den Injektionsdruck die Flächenkonstruktion angehoben und ausgerichtet und durch das eingepreßte Material festgelegt werden soll.

Grundsätzlich arbeitet man so, daß über entsprechende abgedichtete Bohrlöcher das Injektionsgut unter die Flächenkonstruktion eingepreßt wird, um diese dadurch anzuheben, auszurichten und festzulegen. Dabei benötigt man ein gegen den Injektionsdruck ausreichend stabiles Widerstandslager, welches das Injektionsgut vom Wegfließen in unerwünschte Bereiche abhält. Dies erreicht man in der Regel so, daß man über eine Vielzahl von Bohrlöchern nacheinander kleinere Bereiche um das Bohrloch mit Injektionsgut verfüllt, dies aushärten läßt um anschließend die Flächenkonstruktion durch Heben auszurichten und festzulegen. Dabei sind Anzahl, Größe, Position und die Reihenfolge in der die einzelnen Bohrlöcher mit dem Injektionsgut beschickt werden wichtiger Bestandteil Technik und werden in entscheidendem Maße von den verarbeitungstechnischen Parametern des gewählten Injektionsgutes mitbestimmt. Dies bezieht sich sowohl auf Suspensionen wie auf Lösungen von Injektionsmaterialien.

## Nachteile des Standes der Technik

Aus den bisher zur Verfügung stehenden Injektionsmaterialien ergeben sich, bedingt durch anwendungstechnische oder produktspezifische Eigenheiten oder deren Kombination eine Reihe von Nachteilen, die die Anwendung einschränken, das Verfahren verteuern oder aus ökologischen Gründen nicht mehr einsetzbar machen. Für Injektionsarbeiten werden grundsätzlich Suspensionen, Emulsionen oder Flüssigkeiten, die gelegentlich auch nicht an der chemischen Reaktion teilnehmende Lösungsmittel enthalten können, eingesetzt.

Während reine Flüssigkeiten sich, insbesondere unter Druckbeaufschlagung, ohne weiteres den Weg des geringsten Widerstandes bahnen, gilt dies nur eingeschränkt für Suspensionen. Bei Einsatz von Suspensionen als Injektionsmaterial, die in einer wäßrigen Phase feinteilige und/oder grobteilige Feststoffe enthalten, erweist es sich als großer Nachteil, daß die Fließeigenschaften einer solchen Suspension für den gedachten Einsatzzweck unzureichend und deshalb sowohl die Qualität der Maßnahme negativ beeinflussen, wie auch den Einsatz eines solchen Materials stark einschränken oder unmöglich machen.

## Suspensionen

Das allgemein schlechte Fließverhalten von Suspensionen – im Vergleich zu Flüssigkeiten und Emulsionen – wirkt sich zum einen negativ auf die Pumpbarkeit eines solchen Materials aus und zwingt zum anderen zu groß dimensionierten Schlauchleitungen, die wiederum groß dimensionierte Bohrlöcher zum Zwecke des Unterpreßvorgangs erforderlich machen. Befindet sich das Injektionsmaterial auf Basis einer Suspension nach erfolgter Druckentlastung unter der auszurichtenden und festzulegenden Flächenkonstruktion, macht sich das einer Suspension mehr oder weniger vorhandene thixotrope Fließverhalten störend bemerkbar. Bei Suspensionen mit sehr niedrig eingestelltem thixotropischen Verhalten ist unerwünschte Entmischung der Suspension zu beobachten. Bei vorhandener hoher Thixotropie wird durch den anstehenden Pumpendruck die Suspension entmischt, die über eine gewisse Strecke hinaus nur noch die wäßrige Phase durch ein vom Feststoff selbst gebildetes Filter verteilt. Hochthixotrope Suspensionen stellen praktisch ihr Fließvermögen ganz ein, wenn einmal der Förderdruck der Pumpen nachgelassen hat. Sie lassen sich dann auch nicht mehr, insbesondere nicht in kontrollierbarer Weise zum Weiterfließen anregen, mit dem Resultat, daß der vorhandene Hohlraum unter einer Flächenkonstruktion nicht homogen verfüllt werden kann. Die Konstruktion ruht dann auf Stelzen, die sich im und um den Bereich des Bohrloches bilden. Diese höchst unerwünschte Erscheinung ist in der Branche als "Elephantenfüße" bekannt. Bei Belastung solcher Fundamentplatten ist zu beobachten, daß diese gerade wegen ihrer durch die Injektion mit Suspensionen geschaffenen neuen Hohlräume besonders in erhöhtem Maße bruchanfällig sind.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, das Fließvermögen von, insbesondere von Zementsuspensionen, zu verbessern, dabei konnten aber nur marginale Fortschritte erzielt werden. Es ist deshalb festzuhalten, daß eine hohe Bohrlochdicke mit einem Durchmesser von 45 bis 50 mm bei Injektionsarbeiten mit Suspensionen notwendig ist. Dies aber schwächt die zu bearbeitende Flächenkonstruktion oft in untragbarer Weise, so daß die Injektionsmethode mit Suspensionen unzureichend und nur eingeschränkt einsetzbar ist.

Versuche, den Suspensionen vor oder auch nach dem Injektionsvorgang zu mit Wasser und/oder geeigneten Viskositätsverminderern bessere Fließeigenschaften zu verleihen, haben den Nachteil, daß wegen der Verminderung des Feststoffanteils, die vorgeschriebenen Festigkeitswerte des Materials nicht mehr erreicht werden können.

Da oft auch die Hohlräume unter Flächenkonstruktionen mit Wasser angefüllt sind, tritt auch hier die Gefahr der Entmischung mit den oben beschriebenen zwangsmäßig resultierenden Problemen, wie Entmischung und Umlagerung oder

Verminderung des Feststoffanteils, auf.

Bei Suspensionen mit niedrig eingestellter Thixotropie ist zu beobachten, daß einmal durch den Injektionsdruck gehobene Platten nach Beendigung der Injektion wegen erst später einsetzender Härungsreaktion wieder absinken, so daß ein genaues Ausrichten der Platten nicht mehr möglich ist. In solchen Fällen muß nach entsprechender Wartezeit über neu erstellte Bohrlöcher, die die Konstruktion weiter schwächen, erneut injiziert werden, um den Mangel auszugleichen. Dies aber verteuert die Maßnahme und ist, falls es sich um die Sanierung von viel befahrenen Autobahnstrecken handelt, mit zusätzlichen Verkehrsstaus belastet.

#### Flüssigkeiten

Bei Einsatz von reinen Flüssigkeiten zur Injektion unter hohl liegenden Flächenkonstruktionen sind die Probleme einer Entmischung der einzelnen Komponenten der Flüssigkeit – im Gegensatz zu Suspensionen – nicht vorhanden, oder aber beherrschbar. Dennoch müssen Flüssigkeiten zum Zwecke der Injektion unter Flächenkonstruktionen bestimmte physikalische und chemische Eigenschaften aufweisen, um sie für hydraulisches Anheben, Ausrichten und Festlegen von Flächenkonstruktionen nutzen zu können. Damit wird die Auswahl von an sich brauchbaren Injektionsmitteln auf der Basis von reinen Flüssigkeiten sehr weitgehend eingeschränkt.

Zur Abdichtung und Verfestigung von porösen geologischen Formationen wurden schon seit dem Jahre 1887 Wasserglaslösungen eingesetzt. Diese preiswerten und auch unter ökologisch Gesichtspunkten wertvollen Produkte müssen jedoch durch eine chemische Reaktion, die in situ, beginnend mit der Injektion ablaufen muß, in einen belastbaren Feststoff umgewandelt werden. Die dabei entstehenden Xerogele bilden sich jedoch nur langsam und können deshalb als verformbare Masse kein permanentes Widerlager bilden, das zum hydraulischen Heben der Flächenkonstruktion notwendig ist. Weiterhin ist der früher bevorzugt eingesetzte "Härter", der chemisch Glyoxal darstellt, neuerdings als grundwasser-schädlich eingestuft.

Verfahren auf der Basis von reinem Wasserglas, wobei der Silikatanteil nach erfolgter Injektion nachträglich mit CO<sub>2</sub>-Gas oder einer Calciumchloridlösung ausgehärtet wird, ist zum hydraulischen Heben von Flächenkonstruktionen ebenfalls nicht zu verwerfen, da kein druckfestes Widerlager aufgebaut werden kann, gegen das der Injektionsdruck die Flächenkonstruktion anheben und anschließend halten könnte. Es ist zu beobachten, daß bei geringfügigem und keineswegs kontrollierbarem Anheben einer Flächenkonstruktion diese bei Unterbrechung des Injektionsvorganges wieder absinkt. Bei Auslösen des Injektionspackers quillt anschließend das Injektionsmaterial wieder aus den Bohrlöchern heraus. Die sich anschließende Nachinjektion mit der erforderlichen "Härterlösung" kann den bereits eingetretenen Mangel nicht mehr beheben.

Als Abdichtungsmittel sind Kunststoffpräparationen, insbesondere auf der Basis von Acrylharzen bekannt. Diese werden per Injektion in poröse geologische oder künstliche Formation eingepreßt. Dabei entstehen jedoch Gele, die ebenfalls nicht hydraulisch wirksam eingesetzt werden können und die den statischen und dynamischen Belastungen der Flächenkonstruktion durch ihr Eigengewicht und durch die periodisch auftretenden Nutzbelastungen nicht standhalten können.

Bei Einsatz von schäumbaren Produkten, insbesondere auf der Basis bekannter Polyurethane, hat man die Erfahrung gemacht, daß durch den auftretenden Schäumdruck das Anheben der Flächenkonstruktionen nicht mit der erforderlichen Genauigkeit und Reproduzierbarkeit durchführbar ist. Dies liegt daran, daß solche Rezepturen nach der Beendigung des Injektionsvorganges eine Tendenz zum Nachschäumen aufweisen. Die Intensität des Nachschäumvorganges ist abhängig von den an der Baustelle herrschenden Witterungseinflüssen, wie Temperatur, Feuchtigkeit und Wassergehalt in und unter der zu verpressenden Flächenformation. Bei niedrigen Temperaturen, z. B. in der Nähe von 0°C, wird das Reaktionsvermögen stark verlangsamt, so daß zunächst ohne Hebewirkung die Flächenkonstruktion unterpreßt wird. Während dieser Latenzzeit vermischt sich das noch nicht ausreagierte Injektionsmittel mit der vorhandenen Feuchtigkeit oder dem Wasser. Eine darauf zwangsläufig einsetzende Schäumungsreaktion ist dann nicht mehr kontrollierbar und kann die Platte um ein Vielfaches der gewünschten Höhe anheben. Weiter muß damit gerechnet werden, daß ebenso nicht mehr zu kontrollierende Schrumpfungerscheinungen nachträglich auftreten können.

Dabei entstehen drei Arten von unerwünschten Nebeneffekten: zum einen wird ein nicht gewolltes vermehrtes Volumen an Treibgas gebildet, zum anderen wird das berechnete stöchiometrische Molverhältnis zwischen den vorgegebenen Reaktionspartnern Polyisocyanat/Polyol verändert, und zwar so, daß das gewünschte hohe Molgewicht, das die physikalischen Gebrauchsparemeter bestimmt, nicht mehr erreichbar ist. Durch den erhöhten Treibgasanteil, einhergehend mit einem um ein vielfach gesteigerten Aufschäumverhalten, werden die Gebrauchseigenschaften, wie Festigkeit, Elastizität, Klebeverhalten, Formschlüssigkeit etc. weiterhin unkontrollierbar und nachhaltig negativ beeinflusst. Letztlich entsteht eine miteinander verbundene offenzellige Porenstruktur, die kapillaraktiv wirkt. Bei der typischen Belastung von Fahrbahnplatten (Druck – Entlastung – Druck = Pumpwirkung) füllt sich das Schaumgefüge mit vorhandenem Wasser, welches in kurzer Zeit zu mechanischer und chemischer Zerstörung des Schaumgefüges führt. Schaumrezepturen, die hauptsächlich mit physikalischen Methoden aufgeschäumt werden, unterliegen den gleichen Bedenken, da der Einfluß von Feuchtigkeit oder Wasser an einer Baustelle nie aus geschlossen werden kann und in der Regel mit größeren Mengen Wasser gerechnet werden muß. Die bei der physikalischen Schäummethode eingesetzten Treibmittel, wie FCKW, FKW und flüchtigen Lösungsmitteln auf der Basis von Kohlenwasserstoffen sind als umweltschädliche Verbindungen teilweise gesetzlich verboten, so daß deren Einsatz ausgeschlossen werden muß (TA-Luft und Wasserkreislauf). Zusätzlich können diese Mittel durch die Platten diffundieren und etwaige Teerschichten, wie sie bei Fahrbahnplatten üblich sind, auflösen und so die eigentliche Rollfläche und die Fugenabdichtung erweichen, wobei großflächig Sekundärschäden entstehen. Dabei wird gleichzeitig das Fahrverhalten auf mit solchen Injektionsmaterial behandelten Bahnen negativ beeinflusst. Da die Polyurethan bildende Reaktion aus Polyisocyanat und einem Polyol, sowie den benötigten Hilfs- und Nebenstoffen, wie Katalysator, Schaumstabilisator, Treibmittel eine stark exotherme Reaktion ist, sind hochkatalysierte Reaktionen mit an sich wünschenswerten schnellen Reaktionsverhalten, wegen ihrer Brandgefährlichkeit als besonders kritisch einzustufen. Polyurethanschäume stellen besonders gute Wärmeisolatoren dar, die die entstandene Wärme nicht

schnell genug abführen können, so daß es thermischen Überreaktionen kommen kann, mit dem Resultat, daß das Schaumgefüge durch teilweise thermische Zersetzung geschwächt werden oder aber in Brand geraten kann. Bekannt sind auch Selbstentzündungen mit völliger Zerstörung des Schaumgefüges durch Glimmbrände. Der Einsatz gängiger Flammenschutzmittel hilft hier nicht weiter, da diese das Verfahren stark verteuern würde. Außerdem unterliegen diese Flammenschutzmittel meist auf der Basis halogenierter und Phosphor haltiger Polyester und Polyäther unter den gegebenen Baustellenbedingungen einer zersetzenden Hydrolyse, deren Endprodukte eine Gefahr für den Grundwasserhaushalt darstellen und demnach nicht einsetzbar sind.

#### Notwendigkeit und Vorteil einer erfindungsgemäßen Lösung

Bekanntlich verursachen Schäden an Rollfeldern, wie bei Autobahnen, Flugplätzen, Schienentrassen und abgesackten Fundamenten große Sekundärschäden durch das Einrichten von notwendigen Langzeitbaustellen. Daraus resultieren beispielsweise auf Autobahnen Stausituationen mit ihren gefährlichen Begleiterscheinungen, wie Unfälle aller Art.

Bei Flugplätzen ist es nötig, um nicht den Flugverkehr unterbrechen oder umleiten zu müssen, kurzfristig, möglichst über Nacht, schadhafte Start- und Landebahnen wieder nutzbar zu machen.

Ähnliches gilt bei Schienentrassen, wo Umleitungen des Zugverkehrs mit den unerwünschten Verspätungserscheinungen hingenommen werden müssen.

Bei der Sanierung von Brückenfundamenten ist es ebenfalls wünschenswert, Sperrungen auf möglichst kurze Zeiträume zu begrenzen.

Es besteht deshalb sowohl aus volkswirtschaftlichen, wie auch aus ökologischen und ökonomischen Gründen ein Interesse an einer Technologie zur schnellen und damit preiswerten Behebung der oben angezeigten Schäden.

Unter Berücksichtigung des Zeitfaktors, zur Verminderung oder Vermeidung von Stausituationen, der Sicherheit und Langzeitverläßlichkeit der hier dargelegten neuen Technologie und unter Einbeziehung von Ökonomie und Ökologie wird hiermit der folgende Lösungsweg offenbart.

#### Lösung im Prinzip

Nach der neuen Lehre werden sowohl beschädigte, wie auch displazierte Flächenkonstruktionen durch einen Injektionsschritt angehoben, ausgerichtet und festgelegt. Erfindungsgemäß setzt man dazu ein Injektionsmaterial und ein Verfahren ein, wobei die chemischen Eigenschaften des Injektionsmaterials auf die bei der Injektion geforderten Anforderungen, wie Fließfähigkeit, Reaktionsverhalten, Druckfestigkeit, Elastizitätsverhalten und Unempfindlichkeit gegenüber Nebenreaktionen aufeinander optimiert sind. Dazu zählen:

- Hohe Reaktivität der chemischen Komponenten unter gegebenen Baustellen Bedingungen.
- Keine Beeinträchtigung des Reaktionsablaufes des Injektionsmaterials durch Feuchte und oder Wasser, Schlamm etc.
- Schnelle Ausbildung eines Widerlagers um die Injektionsarbeit in einen hydraulischen Hebevorgang umzusetzen.
- Fließfähigkeit des Injektionsmaterials um ein ganzflächiges und homogenes Unterfüllen der hohlliegenden Flächenkonstruktion zu gewährleisten.
- Einstellbares Verhältnis von Elastizität und Druckfestigkeit je nach vorgegebenem Anforderungsprofil.
- Einfache Handhabung des Injektionsmaterials an der Baustelle mit schnell installierbarer Baustelleneinrichtung. Einhaltung der gesetzlichen Umweltbestimmungen.

Das geforderte komplexe Verhaltens- und Eigenschaftsmuster eines Injektionsmaterials für den erfindungsgemäßen Anwendungszweck engt die Auswahl der möglichen Flüssigkunststoffe stark ein.

Organomineral-Produkte, wie sie in zahlreichen Patentschriften beschrieben sind eignen sich in besonderer Weise für diesen Anwendungszweck. Diese sind als Klebemittel für Gestein oder zur Gebirgverfestigung als zum Stande der Technik gehörenden Produkte bekannt und werden beispielsweise in den Schriften EP-A-0 000 580, USA-A-4 042 536, GB-A1 186 771, DE-A-23 25 090, DE-A-24 60 834, DE-34 21 085, DE-34 21 086 beschrieben. Besonders bevorzugt sind solche Organomineral-Produkte, die sich unter den erschwerten Reaktionsbedingungen an Baustellen schnell und ohne Aufschäumen einsetzen lassen und bei denen ein überwiegend elastisches Deformationsvermögen vorliegt. Solche, für den Anwendungszweck besonders wertvollen Eigenschaften lassen sich nach der Lehre der Schrift EP-0 329 187 herstellen, wobei zu beachten ist, daß die dort angegebenen Grundrezepturen auch für den hier offenbarten Erfindungsgedanken grundsätzlich einsetzbar sind, daß aber die Rezepturen für den Gebrauch des hydraulischen Hebens, Ausrichtens und Festlegens entsprechend modifiziert werden können.

Zu diesen Rezepturen zählen die der Schrift EP-A-0 016 262, bestehend im wesentlichen aus einer wäßrigen Natriumsilikatlösung und einem Polyisocyanat, in einem solchen Molverhältnis, daß das bei der chemischen Reaktion entstehende CO<sub>2</sub>-Gas keine Aufschäumwirkung entfalten kann.

Die in der Schrift DE-34 21 086 genannten Rezepturen sind ebenfalls einsetzbar, da bei den dort angegebenen Molverhältnissen von Polyisocyanat zu Natriumsilikat zusätzlich ein Trimerisierungskatalysator eingesetzt wird, der ebenfalls die Entstehung von CO<sub>2</sub>-Gas steuert und im Übermaß verhindert.

#### Technische Lösung

Die erfindungsgemäße technische Lösung läßt sich an den folgenden Beispielen verdeutlichen. Grundsätzlich geht man dabei so vor, daß man zur Injektion eine spezielle Zwei-Komponenten-Dosiermaschine einsetzt, die die Flüssigkunststoffkomponenten in zwei von einander getrennten druckfesten Schläuchen bis an den Injektionsort fördert. Dort

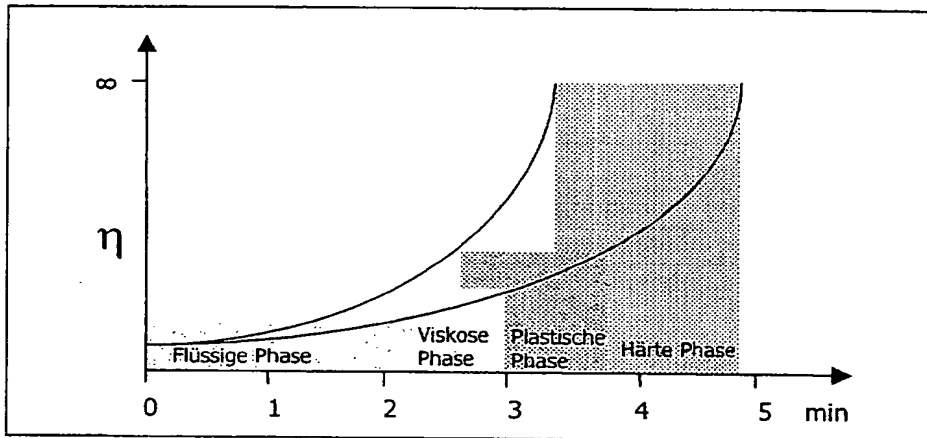
werden die beiden Komponentenströme unter Druck zusammengeführt und durchlaufen anschließend ein "statisches Mischrohr", das die Komponenten beim Durchlaufen der Mischgeometrie des Rohres innig mischt. Das jetzt chemisch reagierende Injektionsmaterial wird mittels eines druckfesten Injektionspackers über ein Bohrloch unter die Fundament-Konstruktion geleitet, wo es sich unter dem anstehenden Injektionsdruck vom Bohrloch wegfliessend verteilt, aushärtet und so ein Widerlager für nachgepreßtes noch flüssiges Injektionsmaterial bildet, so daß die Injektionsarbeit in einen hydraulischen Hebevorgang umgesetzt werden kann. Dieser Prozeß ist über die Steuerung der Injektionsmaschine genau kontrollierbar und kann abgebrochen werden, wenn die Fundament-Konstruktion die gewünschte Position erreicht hat.

Je nach Baustellenbedingungen, Größe der zu unterpressenden Flächenkonstruktion, eingesetzter Rezeptur, Mischintensität, Förderleistung der Injektionsmaschine ist der Injektionsvorgang nach 3 bis 30 Minuten abgeschlossen. Anschließend kann die Betonplatte oder sonstige beliebige Flächenkonstruktion ohne weitere Wartezeit zum vorgesehenen Gebrauch freigegeben werden.

Die folgende Fig. 1 gibt Aufschluß über das Reaktionsgeschehen des erfindungsgemäßen Verfahrens:

Fig. 1

Viskositätsverlauf erfindungsgemäßer Injektionsrezepturen

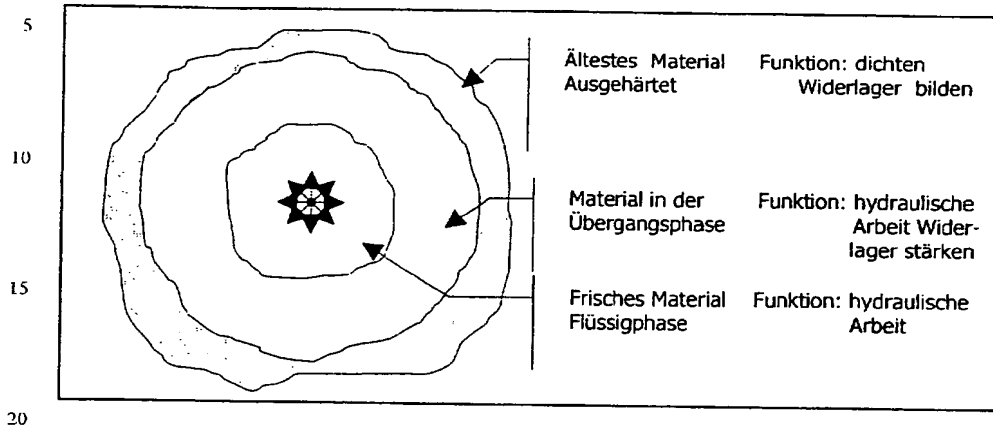


Diesem Zeitdiagramm ist zu entnehmen, wie sich der Zustand des Injektionsgutes ändert. Beispielsweise haben sich 3,5 Minuten seit Beginn der chemischen Reaktion druckfeste Feststoffe gebildet, die die Peripherie um das Bohrloch abdichten und damit erfindungsgemäß ein Widerlager für das Umsetzen von Injektionsarbeit in hydraulische Arbeit schaffen.

Fig. 2 veranschaulicht die Auswirkung eines Injektionsvorgangs unter einer Flächenkonstruktion. Während in der ersten Injektionsphase das Injektionsgut in seiner flüssigen Phase bis an die Peripherie der Flächenkonstruktion gepreßt werden kann, kommt es dort zur Ruhe und härtet aus. Jüngeres und damit noch flüssiges Injektionsgut folgt nach und beginnt sich ebenfalls in seinen äußeren Randbereichen abzusetzen und auszuhärten. Damit baut sich in kurzer Zeit ein Widerlager auf, daß von dem weiterhin nachfolgendem Flüssigmateriale als Druckpolster benutzt wird um so Injektionsarbeit in hydraulische Arbeit umzusetzen. Je nach Baustellenbeschaffenheit kann der Fließradius des Injektionsmaterials durch Beschleunigung oder Drosseln der Pumpenleistung bestimmt werden. Bei Injektionsarbeiten unter Flächenkonstruktionen mit kurzen Fließwegen setzt man deshalb vorteilhaft besonders hoch katalysierte Reaktionskomponenten ein. Zu gleichem Zweck kann man jedoch auch den Injektionsvorgang für eine kurze Periode unterbrechen, um dem ältesten Reaktionsmaterial Zeit zum endgültigen Aushärten und Formierung des für die hydraulische Arbeit benötigten Widerlagers zu geben. Die Zeit der erlaubten Unterbrechung ergibt sich aus dem in Fig. 1. Dargestellten Reaktionsprofilen. Nach Wiederaufnahme des Injektionsvorgangs kann mit der Phase des hydraulischen Hebens begonnen werden.

Fig. 2

## Phasen des Injektionsvorgangs



## Einsatzstoffe und Grundrezepturen

Die für den erneuerten Stand der Technik offenbaren und beanspruchten Einsatzstoffe sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt und stellen lediglich einen Überblick über die für die Erfindung wichtigen Einsatzstoffe, ihrer chemischen Charakterisierung und ihres in einer Rezeptur verwendeten typischen Anteils, dar.

Tabelle 1

Einsatzstoff	Typ	Anteil in Rezeptur	Besonderheit
Isocyanat 1	TDI-Basis, NCO= 24%	1 bis 70 %	Präpolymer TDI-frei
Isocyanat 2	MDI-Basis, NCO= 31%	1 bis 70 %	Handelsprodukte
Isocyanat 3	Prepolymeres, , NCO=24%	1 bis 70 %	Quasi-Präpolymeres
Silikatlg. 1	Natrium, 47% Feststoffe	5 bis 95 %	Hoher Feststoffanteil
Silikatlg. 2	Natrium, 41% Feststoffe	5 bis 95 %	Schnell koagulierend
Silikatlg. 3	Natrium, 45 % Feststoffe	5 bis 95 %	Schnelle Endhärtung
Katalysatorsystem 1	Amin, Organometallat	0 bis 15 %	Epoxydgruppen - aktiv
Katalysatorsystem 2	Amin, Organometall	0 bis 15 %	Standart
Katalysatorsystem 3	Spezielles Amin	0 bis 15 %	trimerisierend
Polyol 1 OHZ 370	Verzweigt-kettig	0 bis 90 %	Festigkeit erhöhend
Polyol 2 OHZ 59	hochmolekular	0 bis 90 %	flexibilisierend
Epoxydharz 1	Bisphenol-A 4800 mMol EPO	0 bis 85 %	CO <sub>2</sub> - Moderator
Epoxydharz 2	Phenol-Novolak 5260 mMol EPO	0 bis 85 %	CO <sub>2</sub> - Moderator
Epoxydharz 3	Bisphenol-A Stand. 5350 mMol EPO	0 bis 85 %	CO <sub>2</sub> - Moderator
Polyamin-polymere	Amin: 0,53 meq/g	0 bis 85 %	beschleunigend
Zusatzstoffe	Farbstoffe, diverse	0 bis 45 %	Zum Einblenden

Die folgende Tabelle 2 listet typische nach dem Erfindungsgedanken errechnete Richtrezepturen auf. Die Rezepturen können im Rahmen der in der Polyurethanchemie üblichen Praxis entsprechend abgeändert werden um bestimmte Verarbeitungsparameter und/oder das Eigenschaftsbild der Endprodukte zu verifizieren.

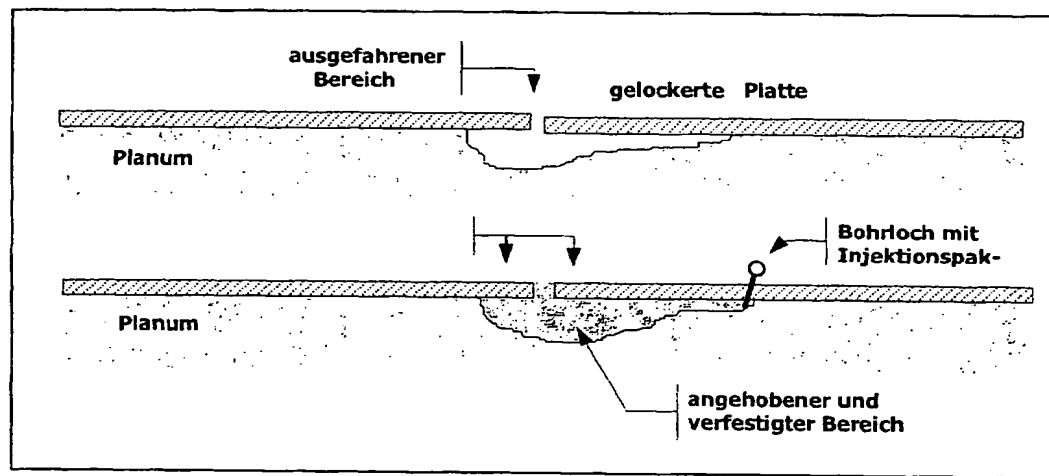
Tabelle 2

A - Komponente					Einsatzstoffe	B - Komponente				
1.	2.	3.	4.	5.		1.	2.	3.	4.	5.
					Isocyanat 1				100,00	
					Isocyanat 2	76,30	93,00			65,00
					Isocyanat 3			100,00		
95,00	95,00			96,00	Silikatlg. 1					
			80,00		Silikatlg. 2					
		100,00			Silikatlg. 3					
	1,50				Katalysatorsystem 1	0,50				
					Katalysatorsystem 2					
					Katalysatorsystem 3				2,00	
			15,00		Polyol 1					
			5,00		Polyol 2					
5,00					Epoxydharz 1					
				4,00	Polyamin-Polymer					

## Anwendungsbeispiele

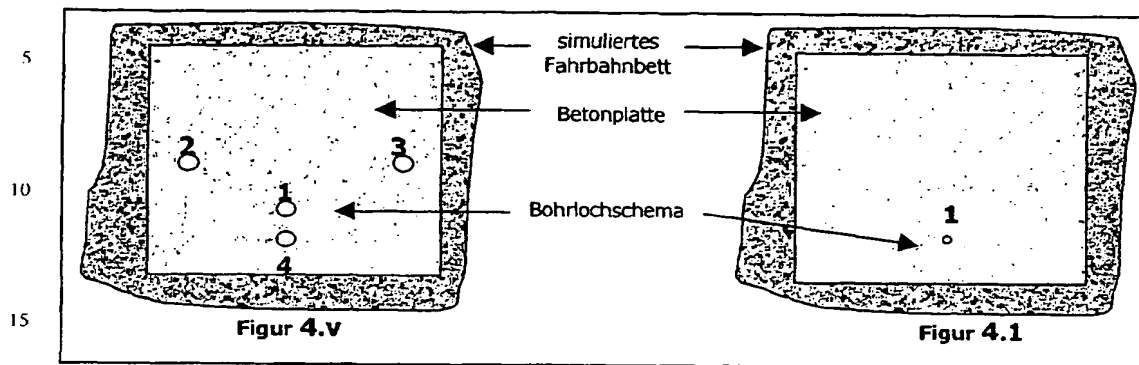
Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch eine Schadensstelle, sie wie bei Autobahnen häufig anzutreffen ist. Die benachbarten Platten sind verschoben und der Stoßbereich ist ausgefahren oder ausgewaschen. Zudem ist die Platte auf der rechten Seite abgekippt. Durch Injektion über ein einzelnes Kleinbohrloch kann der Schaden erfindungsgemäß in sehr kurzer Bearbeitungszeit behoben werden.

Fig. 3



Vergleichsbeispiel, Fig. 4v

In eine Vertiefung, die ein Fahrbahnbett simuliert, wurde auf ein schräg verlaufendes Sandbett eine quadratische Betonplatte aufgelegt, so daß diese mit einer Seite ca. 2 cm tiefer als die gegenüberliegende Seite auflag. In der Mitte des tieferliegenden Teils der Platte wurde über ein mit einem Packer versehenes Bohrloch von 45 mm Durchmesser ein Injektionsmittel auf Basis einer schnell aushärtenden Zementsuspension unter die Betonplatte injiziert. Nach etwa 30 Sekunden trat Injektionsmaterial an der dem Bohrloch naheliegenden Seite hervor und quoll auf die Betonplatte, worauf der Injektionsvorgang unterbrochen wurde. Anschließend wurden zusätzliche Bohrlöcher erstellt, um die Seiten die an Bohrloch 2, bzw. an Bohrloch 3 grenzen, abzudichten. Nach ca. einer Stunde Wartezeit war die injizierte Zementsuspension in den Bohrlöchern 1, 2 und 3 soweit ausgehärtet, daß über das zwischenzeitlich erstellte Bohrloch 4 die Platte per Injektionsdruck angehoben und ausgerichtet werden konnte.

**Vergleichsbeispiel****Beispiel 1**

Die Injektion wurde beendet und der Packer aus Bohrloch 4 entfernt. Sogleich, ausgelöst durch das Gewicht der Platte begann Zementsuspension aus dem Bohrloch zu quellen und die Platte sackte langsam wieder ab. Der Vorgang wurde gestoppt, indem der Packer wieder in das Bohrloch 4 eingebracht wurde. Nach ausreichendem Nachhärten der Zementsuspension wurden sämtliche Packer aus der Betonplatte entfernt. Der gesamte Arbeitsaufwand nahm etwa 150 Minuten in Anspruch. Bedingt belastbar war die Betonplatte nach einer Wartezeit von 24 Stunden. Die volle Belastbarkeit wird jedoch erst nach der üblichen Aushärtezeit von Beton nach 28 Tagen erreicht.

**Beispiel 1, Fig. 4.1**

In eine Vertiefung, die ein Fahrbahnbett simuliert, wurde auf ein schräg verlaufendes Sandbett eine quadratische Betonplatte aufgelegt, so daß diese mit einer Seite ca. 2 cm tiefer als die gegenüberliegende Seite auflag. In der Mitte des tieferliegenden Teils der Platte wurde über ein mit einem Packer versehenen Bohrloch von 20 mm Durchmesser das erfindungsgemäße Injektionsmittel unter die Betonplatte injiziert. Nach etwa 30 Sekunden trat Injektionsmaterial an den dem Bohrloch naheliegenden 3 Seiten hervor, worauf der Injektionsvorgang für ca. 100 Sekunden unterbrochen wurde. Nach Aushärtung des ausgetretenen Injektionsmaterials wird die Injektion über das gleiche Bohrloch fortgeführt. Dabei trat zunächst Injektionsmaterial an der dem Bohrloch entfernten Stelle aus. Der Injektionsvorgang wurde jetzt für 30 Sekunden unterbrochen. Nach weiterer Injektion begann sich jetzt die Betonplatte zu heben, bis sie die Waagerechte erreicht hatte. Darauf hin wurde der Injektionsvorgang abgebrochen, der Packer entfernt, ohne daß flüssiges Injektionsmaterial aus dem Bohrloch hervorquoll und die Platte nach weiteren 5 Minuten zur Belastung frei gegeben. Der gesamte Injektionsvorgang dauerte 5,5 Minuten. Nach Trimmen der Kanten und Aufräumarbeiten war die Platte nach einer Gesamtbearbeitungszeit von 12 Minuten zum Verkehrsgebrauch frei.

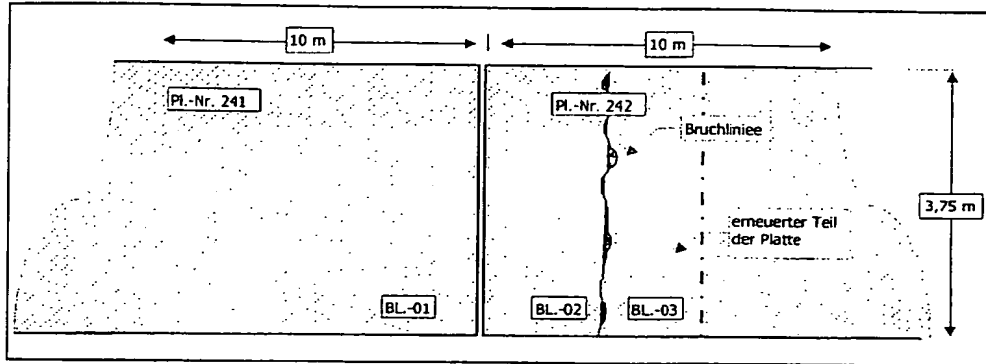
**Beispiel 2, Fig. 5**

Auf einer vielbefahrenen Autobahn zeigte sich an den Platten Nr. 241 und 242 das in Fig. 5 dargestellte Schadensbild. Die beiden Platten waren um ca. 20 bis 30 mm zu den Stößen hin abgesackt. Ein ca. 4 langer Plattenteil war wegen Schadhafteit entfernt und neu eingegossen, dann aber wieder über die ganze Breite der Platte durch den Schwerlastverkehr gebrochen worden. Für die Ausbesserungsarbeiten war die Fahrbahn eine Woche gesperrt, was zu zahlreichen Stausituationen führte.

Nach dem erfindungsgemäßen Material und Verfahren wurde zunächst über Bohrloch 01 die Platte 241 angehoben, ausgerichtet und festgelegt. Sofort anschließend wurde über Bohrloch 02 der Bruchteil der Platte 242 gehoben, ausgerichtet und festgelegt. Über Bohrloch 03 wurde schließlich soviel Injektionsmaterial eingepreßt, bis der Querriß mit ausgefüllt war. Ausgetretenes Injektionsmaterial wurde abgeschliffen und die Baustelle gesäubert und geräumt. Nach einer Bearbeitungszeit von 35 Minuten seit Absperrung der Baustelle konnte diese für den Verkehr freigegeben werden. Es konnte unmittelbar danach beobachtet werden, daß vollbeladene Schwerlastkraftwagen, die Platten 241 und 242 ohne jedwede Beeinträchtigung mit voller Geschwindigkeit passieren konnten.



Fig. 5



## Patentansprüche

1. Produkt und Methode zum hydraulischen Heben, Ausrichten und Festlegen von Flächenkonstruktionen durch Injektion eines flüssigen zur chemischen Reaktion befähigten Mittels unter die Flächenkonstruktion, das in einer ersten Phase die Flächenkonstruktion anhebt und/oder ausrichtet und das injizierte Mittel in einer zweiten Phase in situ aushärtet und ein sofort belastbares Widerlager bildet, wobei das zur chemischen Reaktion befähigte Mittel ein sogenanntes flüssiges Organomineral-Produkt ist, das aus einer mit A-Komponente bezeichneten wäßrigen Alkalisilikatlösung und aus einer mit B-Komponente bezeichneten Isocyanatverbindung, die mit mindestens einer reaktiven R-NCO-Gruppe versehen ist, besteht.
2. Produkt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wäßrigen Alkalisilikatlösungen einen gelösten Feststoffgehalt von 5 bis 65 Gew.-% und einen  $\text{Me}_2\text{O}$ -Gehalt von von 5,0 bis 25 Gew.-%, vorzugsweise 30 bis 55 Gew.-% gelöste Feststoffe aufweisen.
3. Produkt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Isocyanatverbindungen 0,1 bis 55 Gew.-% reaktive NCO-Gruppen, vorzugsweise 15 bis 35 Gew.-% reaktive NCO-Gruppen aufweisen.
4. Produkt nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß den Komponenten A und B weitere Stoffe zugemischt sind, die das Reaktionsverhalten beeinflussen.
5. Produkt nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten A und/oder B weitere Stoffe beinhalten, die die physikalischen Eigenschaften des Reaktionsproduktes in gewünschter Weise modifizieren.
6. Produkt nach Anspruch 1 und 4 dadurch gekennzeichnet, daß die die Reaktion beeinflussenden Stoffe kettenverlängernde, NCO-Verbindungen trimerisierende und/oder Epoxydgruppen aktivierende Katalysatoren, Emulgatoren und reaktive Verflüssigungsmittel sind.
7. Produkt nach Anspruch 1 und 5 dadurch gekennzeichnet, daß die die physikalischen Eigenschaften modifizierenden Stoffe mit NCO-Gruppen reagierende Verbindungen auf der Basis von Polyestern, Polyäthern, Polyaminen und Epoxydverbindungen darstellen.
8. Produkt nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß vorzugsweise Organomineral-Produkte eingesetzt werden, die nach Ansprüchen 2 bis 7 modifiziert sind.
9. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß man mit vorgezogenen Injektionsstößen zunächst den Wirkungskreis des Injektionsmaterials örtlich begrenzen und abdichten kann und anschließend durch den Injektionsdruck die Flächenkonstruktion kontrolliert anhebt und ausrichtet.
10. Verfahren nach Ansprüchen 1 und 8 dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt gleichzeitig sowohl eine hohe Elastizität, wie auch eine hohe Druckbelastbarkeit aufweist.
11. Verfahren nach Ansprüchen 1 und 8 dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt während der Phase der Injektion Wasser und oder andere Flüssigkeiten oder Suspensionen verdrängen kann.
12. Verfahren nach Ansprüchen 1 und 8 dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt unter dem natürlichen Gefrierpunkt von Wasser ausreagiert und eingesetzt werden kann.
13. Verfahren nach Ansprüchen 1 und 8 dadurch gekennzeichnet, daß das Produkt hinsichtlich seiner physikalischen Gebrauchseigenschaften und/oder seines chemischen Aufbaues langzeitstabil ist.
14. Verfahren nach Anspruch 1 und 8 dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten A und B mittels einer geeigneten Dosiermaschine in separaten Schläuchen bis an die Flächenkonstruktion gefördert werden, dort unter Förderdruck eine geschlossene Mischvorrichtung durchlaufen und über einen nach außen hin abdichtenden Injektionsverschluß unter die Flächenkonstruktion injiziert werden.
15. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 14 dadurch gekennzeichnet, daß unter Flächenkonstruktionen Fahrbahnplatten, Rollfelder, Schwellen von Gleiskörpern, Fundamentkörper oder Bodenplatten verstanden werden.

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**